中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(2)：207～215（1987）

甘藷藤葉濃縮葉蛋白研究[1]

林禮輝　劉慧瑛[2]

摘要：甘藷葉是蔬菜的一種，甘藷藤葉則爲傳統的養猪飼料；因此在食用安全性上，以甘藷藤葉所製成之濃縮葉蛋白較其它非食用植物莖葉之葉蛋白可靠無虞。

以切碎、石磨研磨及揉壓法抽取葉蛋白時可以克服漿汁難過濾的問題。使用原料 2.5倍量 0.01N銨水抽取葉蛋白爲最適宜。加鹽酸調pH值至3.5或4.0，均可得到最大的蛋白質收量，不過加熱至50°C的沈澱法較爲經濟可行，且較少污染。

風乾與眞空凍結乾燥產品有相似的組成，粗蛋白質在35%以上，粗脂肪12%，纖維 2.5%，灰分 7 %，葉綠素 1 %，消化率約69%。以丙酮脫水乾燥所得產品性狀近似眞空凍結乾燥者，惟顏色呈淡綠色；粗脂肪減至0.87%，葉綠素減少至 0.2%，反之，粗蛋白質含量增加至41%。

除了作爲高蛋白質資源外，甘藷濃縮葉蛋白富含鈣質，含量在 2 %以上，爲食物中所少見的高鈣質食品，適宜開發爲良好的鈣質補充劑。

由植物青莖葉中提取蛋白質，可自一般非供食物來源之植物體中得到食用蛋白質。綠葉植物在潮溼的熱帶地區生長快速；利用新鮮莖葉來生產蛋白質之效率，遠較依靠豆穀等種子來生產蛋白之效率爲高；且葉蛋白之營養價值並不遜於種子蛋白[7]。因此，開發農作物（尤其是綠葉作物）莖葉濃縮葉蛋白則是增加糧食及飼料蛋白質資源之新途徑。本省一向缺乏高蛋白質飼料，開拓濃縮葉蛋白（以下簡稱LPC，係Leaf Protein Concentrate 之縮寫），除有助於紓解對進口飼料之需求外，並可增加作物之副產價值。

甘藷是適合在我國南方生長之作物，其塊根除食用外尚可作爲酒精及糖質原料，藤葉除極少部分食用外，大多作爲養猪飼料。目前甘藷生產雖然減少，但是在未來必要推廣能源作物時，大量廢棄的藤葉即可作爲價廉質優的葉蛋白原料。

依據陳氏[4]之報告，甘藷藤葉（又稱蔓）之飼料營養價值很高，尤其是葉部乾物粗蛋白質含量較莖部高 3 ～ 4 倍。本省每年可產生 150萬公噸以上，除養猪外尚有多量餘額可供牛羊之需。青飼料在儲存、營養價及用途上均較濃縮葉蛋白差，因此，若能將甘藷藤葉改製成葉蛋白形式，將可取代部分進口高蛋白質飼料而作爲多種家禽畜之飼料。

國內對濃縮葉蛋白之研究以食品工業研究所爲最多[3,8,9]。本所則於68年度進行瓊麻葉蛋白抽取試驗，自製麻所得麻渣中得到粗蛋白28%之濃縮葉蛋白[2]。劉氏[9]以甘藷藤葉製造L PC時發現，原料打碎後汁液呈膠狀，與殘渣不易分離，造成抽取上之困難。本試驗即針對此抽出過程提出改進方法，並對蛋白質抽出效果，葉蛋白之沈澱、乾燥方法及其品質進行探討。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1338 號

2.本所農化系助理研究員、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

1.供試材料：臺農57號甘藷藤葉（Ipomoea batatus, Tainung No. 57, vine and leaves）。

2.葉蛋白抽出及沈澱法：將新鮮甘藷藤葉切碎，放入果汁機中加入 2.5倍重之溶媒（不同濃度鹽酸、苛性鈉、醋酸、食鹽、銨水及水）打成漿狀，以石磨研磨後，放入麵粉袋中，以揉壓方式擠出汁液。上述汁液依前報[2] 所述蛋白沈澱法處理，可以得到濕的葉蛋白濃縮物。

3.LPC之乾燥處理：將含水量約90%之LPC泥漿在不銹鋼板上舖成約0.5cm厚之薄層，放入 40°C 吹風式烘箱內乾燥，可得到風乾法產品。眞空凍結脫水乾燥法係將蛋白泥漿經快速冷凍解凍後分離約63%之水，再於 45°C 眞空狀態下乾燥之。溶劑乾燥法則將蛋白泥漿用丙酮連續多次抽出其中水分後，再於40°C眞空狀態下除去殘留丙酮。

4.水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、灰分、消化率、鈉、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅、磷、矽含量測定，依前報方法[10] 分析之。

5.葉綠素測定：將樣本以80%丙酮溶液抽出後，測定663nm與645nm之吸光密度值，代入 Arnon 氏公式[12]：

總葉綠素含量（mg/l）$= 20.2D_{645} + 8.02D_{663}$

6.總碳水化合物含量係用扣除法計算之。

結果與討論

一、甘藷藤葉分析：

本試驗中所用臺農57號爲對照品種，HP-4 及臺農25號爲莖葉用品系。由表一之成分分析值可見，臺農57號藤葉之蛋白質及脂肪含量最高。由於製造LPC之目的係在提高糧食及飼料之蛋白質含量，因此選擇臺農57號較爲有利。吾人雖未曾分析臺農57號藤葉之胺基酸組成，不過參考表二鄭氏[11] 對甘藷藤葉之胺基酸分析可以看出，除離胺酸（Lysine）與含硫胺基酸（Total sulfur-containing amino acids）之含量爲限制因子外，其餘重要胺基酸之含量均能符合需要。 又，不論甘藷品系，其重要胺基酸含量分佈均頗平衡[5]。

二、葉蛋白之抽出：

甘藷藤葉切碎打汁後，汁液呈膠狀，不易過濾或離心分離。改用石磨研磨及揉壓法搾出汁液；以不同種類及濃度之溶媒溶出細胞內容物後，分析其溶出液成分，比較葉蛋白溶出效果。如表三所示，0.001N銨水與0.1N鹽酸可抽取最多量的蛋白質及最少量的纖維。相反地，0.01N銨水與0.001N 鹽酸之蛋白質抽取率爲最低。

除了纖維大多留存於殘渣外，灰分、蛋白質及脂肪溶出率約爲60—80%。粗脂肪之溶出效果較不受溶媒種類所影響，灰分（即礦物質含量）則因溶媒種類及濃度不同而有較顯著之差異。

由此表中可以推論出，欲以果汁機打漿得到生鮮蔬菜汁中之蛋白質及礦物質營養時，應於操作過程中添加適量的醋酸或食鹽。

三、葉蛋白沈澱法之比較：

將前述溶媒抽出得到之高蛋白質汁液，以不同方法使蛋白質凝固沈澱。表四所示即溶出液中葉蛋白之沈澱比率。其中以加鹽酸調節至pH3.5爲最佳蛋白沈澱法，其次爲調pH值至4.0或加熱至50°C。

抽出溶媒不同時最適蛋白質沈澱法也不相同。除食鹽及水外，以0.001N 不同溶媒抽出時，其蛋白溶出率與蛋白質沈澱率間呈負相關（$r = -0.934 \sim -0.969$）。雖然0.001N銨水蛋白質溶出最多，而0.01N銨水與0.001N 鹽酸蛋白質溶出最少，但是溶出液中蛋白質沈澱率反而以前者爲最少， 後二者爲最多。由此可知，後二者所溶出之蛋白質極適合以調酸法或加熱法回收蛋白質，而前者雖能溶出大量蛋白質却無法使之凝固沈澱。若欲改進葉蛋白之收量，則對蛋白沈澱法應再予深入探討。

表一：甘藷藤葉一般成分分析

Table 1. General composition of sweet potato vine and leaves

乾物重 (Dry basis %)

原料 Source / 項目 Item	HP-4	臺農25號	臺農57號	新竹1號 [8]	彰化種 [8]	沖繩100號 [8]	陳氏 [4]
水分 Moisture	—	—	87.8—91.1	87.3	84.9	85.5	88.5
灰分 Ash	9.0	9.1	6.8—12.8	9.5	12.6	9.7	—
粗脂肪 Crude Fat	4.0	5.1	6.4— 7.9	3.9	4.0	3.5	3.5
粗蛋白質 Crude Protein	11.5	14.2	18.6—20.4	18.1	9.9	13.1	12.2
粗纖維 Crude Fiber	18.9	18.7	15.9—16.8	26.8	19.2	16.6	28.7
總醣 Carbohydrate	56.7	53.0	44.6—51.5				

表二：甘藷藤葉氨基酸組成分析

Table 2. Amino acid compositions of sweet potato vine and leaves

克／100克蛋白質 (g/100g Protein)

原料 Source / 氨基酸 amino acids	HP-4 [11]	臺農25號 [11]	濃縮葉蛋白 LPC [3]	FAO 推薦值 FAO Pattern [13]
異白氨酸 Isoleucine	5.16	4.34	5.85	4.0
白氨酸 Leucine	7.03	9.11	9.90	7.0
離氨酸 Lysine	3.31	4.33	4.00	5.5
甲硫氨酸 Methionine	2.75	2.69	2.04	} 3.5
胱氨酸 Cystine	0.21	0.17	1.67	
苯丙氨酸 Phenylalanine	5.94	4.63	5.98	6.0
酪氨酸 Tyrosine	2.72	2.36	1.14	
羥丁氨酸 Threonine	4.41	4.54	3.69	4.0
纈氨酸 Valine	9.17	8.95	7.08	5.0
色氨酸 Tryptophan	—	—	1.14	1.0
丙氨酸 Alanine	10.74	9.26		
精氨酸 Arginine	4.21	4.17	5.30	
天門冬氨酸 Aspartic acid	10.46	10.53		
麩氨酸 Glutamic acid	12.32	13.06		
甘氨酸 Glycine	7.35	5.89		
組氨酸 Histidine	3.41	3.34	2.27	
脯氨酸 Proline	5.83	7.34		
絲氨酸 Serine	4.84	4.68		

表三：甘藷藤葉經不同溶媒抽出後各主成分溶出率

Table 3. The extracting ratio of the main components of sweet potato vine and leaves extracted by different solvents

(抽出率 Extracted ratio %)

溶媒 Solvent	濃度 Conc.	粗蛋白質 Crude Protein	灰分 Ash	粗纖維 Crude Fiber	粗脂肪 Crude Fat
水 (Dist. water)		73.97	76.04	14.02	78.08
鹽酸 (HCl)	0.1 M	77.17	91.67	6.10	73.97
	0.01 M	64.16	77.92	10.14	72.13
	0.001 M	63.01	71.43		70.49
醋酸 (CH_3COOH)	0.1 M	72.80	80.68	17.07	78.48
	0.01 M	66.40	76.14	21.46	72.15
	0.001 M	74.80	76.14	15.61	77.22
氫氧化鈉 (NaOH)	0.1 M	66.47	59.74	2.70	70.49
	0.01 M	72.83	74.03	4.05	78.69
	0.001 M	69.60	73.86	27.32	75.95
氨水 (NH_4OH)	0.1 M	75.00	69.88	16.24	78.16
	0.01 M	60.96	71.08	15.74	75.86
	0.001 M	80.26	74.70	6.09	81.61
食鹽 (NaCl)	1.0 M	67.60	59.09	13.17	70.89
	0.1 M	73.25	74.70	17.26	79.31
	0.01 M	75.88	75.90	16.24	80.46

表四：以不同沉澱處理甘藷藤葉蛋白質抽出液後之蛋白質沉澱率

Table 4. The protein precipitability of sweet potato vine and leaves extracted by different solvents and precipitated by different treatments

(蛋白質沉澱率 Protein precipitation rate%)

溶媒 Solvent	沉澱方法 Treatment	自然沉澱 Sedimentation	加酸調至 Adjust to pH4.0	加酸調至 Adjust to pH3.5	加熱至 Heat to 50°C	加熱至 Heat to 80°C
水 (Dist. water)		56.91	58.89	61.79	56.91	55.49
鹽酸 (HCl)	0.1 M	35.62	37.93	39.29	33.79	30.12
	0.01 M	57.84	45.50	49.64	66.49	53.15
	0.001 M	81.28	91.83	93.12	76.97	82.57
醋酸 (CH_3COOH)	0.1 M	31.26	31.98	32.25	31.59	30.49
	0.01 M	47.95	48.37	46.81	49.16	48.73
	0.001 M	40.53	44.65	43.26	40.16	40.53
氫氧化鈉 (NaOH)	0.1 M	10.87	66.35	62.09	9.04	12.09
	0.01 M	67.78	70.79	71.35	67.14	37.54
	0.001 M	54.60	55.50	53.45	53.05	50.34
氨水 (NH_4OH)	0.1 M	30.64	69.77	70.58	25.61	23.27
	0.01 M	88.49	90.72	91.80	92.88	68.27
	0.001 M	35.79	37.05	37.05	34.97	31.48
食鹽 (NaCl)	1.0 M	44.91	38.76	39.88	44.62	44.91
	0.1 M	53.05	51.86	51.50	51.86	46.83
	0.01 M	53.76	55.32	55.66	54.10	47.92

又由表四可知溶媒濃度高達0.1N時，不宜擇加熱法，因有可能使部分蛋白質水解而增加溶解性。

綜合表三與四之結果所得到之LPC回收率示如表五。由此表中可以看出0.001N 鹽酸抽出，調節pH值至3.0或4.0，與以0.01N 銨水抽出，加熱至50°C等處理方式可得到56.6—58.7%之蛋白質回收率。孫氏[3] 等所得到的甘藷LPC蛋白質回收率約42%。可見以本法抽出甘藷LPC可以提高蛋白質回收量。

將葉蛋白沈澱所得濕泥漿離心乾燥去除水分後即可得到LPC成品。表六所示即不同溶媒及沈澱法所得到的LPC產量。由於蛋白質沈澱時，粗脂肪、灰分、纖維等以不同比率沈澱，因此得到之成品重量各不相同。由表六可以看出，以0.01N銨水抽出，調節pH至3.5或4.0或加熱至 50°C使蛋白質沈澱可以得到最多量的甘藷LPC。

採用加熱法沈澱蛋白質，不只可得到最多量的LPC成品，也是最經濟、簡便及較不汚染環境的方法。就甘藷藤葉而言，以0.01N銨水抽出，加熱至50°C沈澱蛋白質爲最佳製造法，其收量達3.78%。小麥、紫雲英、豆藤、向日葵之LPC收量爲0.84～2.88%[6] 。

四、乾燥方法之比較：

將葉蛋白泥漿以風乾法、眞空凍結及溶媒乾燥法等處理後所得產品之一般成分及礦物質組成分析值示如表七及表八。由風乾法所得產品爲暗黑色硬片；經磨粉後仍顯粗糙。眞空凍結脫水乾燥成品爲柔細深綠色粉末，惟吸濕性甚强。溶媒乾燥成品之性狀近似眞空凍結乾燥產品，惟顏色甚淡，這是在使用丙酮抽出水分的同時，脂肪與脂溶性色素如葉綠素及類胡蘿蔔素也一併被溶出之故。

由表七可以看出前二種處理所得之LPC成分十分接近。反之，以丙酮乾燥處理時，粗脂肪含量劇減，葉綠素含量亦呈顯著減少。本法所得產品之粗蛋白質含量一般在35%以上。

由表八所示之礦物質組成中發現風乾法產品之鐵含量偏高，可能源自容器汚染。鈉、鉀、鎂含量較藤葉原料呈顯著減少，其原因可能爲此三種元素以水溶性形式存在，不像銅、鐵、鋅、錳等元素能與蛋白質結合，而隨蛋白質一起留存於葉蛋白成品內。

五、甘藷濃縮葉蛋白製造殘渣之組成：

表九所示爲抽取蛋白後之殘渣成分分析。由此表中可見殘渣主要成分爲碳水化合物與粗纖維。纖維的主要構成分亦爲糖類。甘蔗在製糖後所餘蔗渣、蔗髓曾被成功地利用生產葡萄糖，再進一步做酒精醱酵原料，生產生質能源。本品殘渣亦可朝此發展。此外，在殘渣中之粗蛋白質含量降低，進行甲烷（即沼氣）醱酵時比較不會產生大量氨氣，抑制甲烷氣之生成，適合考慮做爲甲烷生產原料。

六、甘藷濃縮葉蛋白之營養價值分析：

由表二甘藷LPC之胺基酸組成分析值可以看出，其Tyrosine量較原料減少而Cystine含量則顯著增加，Lysine含量仍然是不符FAO推薦標準，其餘重要胺基酸均能符合需要。張氏[6] 曾討論 LPC之營養價，提到Larson等用老鼠做實驗，結果顯示LPC缺Methionine與Lysine，尤以 Met. 爲嚴重。而甘藷LPC僅缺乏Lysine與Threonine，而以Lysine較嚴重。他又提到 Duckworth 氏、Waterlow 氏發現各種 LPC 均有良好的營養價，並不比大豆餅或魚餅差。

蛋白質在加工製造過程中可能會與某些物質結合，因而使其消化率降低，而最有可能與蛋白結合的物質爲脂質。因爲LPC都含有破碎葉綠體，故含有多量的葉綠素與脂質。用有機溶劑抽除 LPC 所含之脂質，不但可以改善LPC之顏色，亦可改進其品質。由表七之消化率分析值可以看出，經過溶劑處理之 LPC，其粗脂肪及葉綠素呈顯著減少，消化率則呈少許增加。本試驗中所使用酵素僅 Pepsin，並未使用Pancreatin，因此無法確定以溶劑除去脂質對LPC之消化率所造成之影響。

一般食品中磷含量高而鈣含量低。人類每日需要的磷 、鈣量均各爲 600mg／日，亦即鈣磷比爲 1 ： 1[1] 。然而在目前食物中除部分蔬菜外，僅有牛乳與全魚之鈣磷比近於 1 ， 亦即大多數的食物中均缺乏鈣質。所以一般人每日攝食之營養素中常會缺乏鈣質，尤其是素食者及發育中之嬰、幼兒。由表八之礦物質成分分析中可以看出甘藷莖葉及LPC中均含有多量鈣質，鈣磷比遠大於十，可以說是極

表五：以不同沉澱處理甘藷藤葉蛋白質抽出液後之蛋白質回收率

Table 5. The protein recovery of sweet potato vine and leaves extracted by various solvents and precipitated by different treatments

(蛋白質回收率 Protein recovery ratio%)

溶媒 Solvent \ 沉澱方法 Treatment		自然沉降 Sedimentation	加酸調至 Adjust to pH4.0	加酸調至 Adjust to pH3.5	加熱至 Heat to 50°C	加熱至 Heat to 80°C
水 (Dist. water)		42.10	43.56	45.71	42.10	41.05
鹽酸 (HCl)	0.1 M	27.49	29.27	30.32	26.07	23.24
	0.01 M	37.11	29.19	31.85	42.66	34.10
	0.001 M	51.21	57.86	58.67	48.50	52.02
醋酸 (CH_3COOH)	0.1 M	22.76	23.28	23.24	23.00	22.20
	0.01 M	31.84	32.12	31.08	32.64	32.36
	0.001 M	30.32	33.40	32.36	30.04	30.32
氫氧化鈉 (NaOH)	0.1 M	7.23	44.10	41.27	6.01	8.03
	0.01 M	49.36	51.56	51.97	48.90	27.34
	0.001 M	38.00	38.28	37.20	36.92	35.04
氨水 (NH_4OH)	0.1 M	22.98	52.32	52.94	19.21	17.46
	0.01 M	53.95	55.31	55.96	56.62	41.62
	0.001 M	28.73	29.74	29.74	28.07	25.26
食鹽 (NaCl)	1.0 M	30.36	26.20	26.96	30.16	30.36
	0.1 M	38.86	37.98	37.72	37.98	34.30
	0.01 M	40.79	41.97	42.24	41.05	36.36

表六：以不同溶媒抽出與不同沉澱處理所得到之甘藷藤葉LPC產量

Table 6. The LPC yield of sweet potato vine and leaves extracted by various solvents and precipitated by different treatments

(g LPC 乾重 Dry wt./100g原料鮮重 Fresh sample wt.)

溶媒 Solvent \ 沉澱方法 Treatment		自然沉降 Sedimentation	加酸調至 Adjust to pH4.0	加酸調至 Adjust to pH3.5	加熱至 Heat to 50°C	加熱至 Heat to 80°C
水 (Dist. water)		2.69	3.00	2.68	2.57	2.24
鹽酸 (HCl)	0.1 M	1.67	1.85	1.87	1.59	1.23
	0.01 M	1.73	1.44	1.50	1.94	1.55
	0.001 M	2.26	2.86	2.63	2.20	1.95
醋酸 (CH_3COOH)	0.1 M	1.72	1.73	1.78	1.73	1.65
	0.01 M	2.12	2.15	2.09	2.22	2.07
	0.001 M	2.27	2.50	2.41	2.22	1.92
氫氧化鈉 (NaOH)	0.1 M	0.47	2.34	2.06	0.50	0.48
	0.01 M	2.25	2.43	2.31	2.26	1.10
	0.001 M	2.63	2.73	2.55	2.61	2.11
氨水 (NH_4OH)	0.1 M	1.64	3.33	3.36	1.49	1.22
	0.01 M	3.68	4.01	3.84	3.78	2.52
	0.001 M	2.14	2.28	2.24	2.18	1.64
食鹽 (NaCl)	1.0 M	2.51	2.12	2.13	2.51	2.41
	0.1 M	2.89	2.71	2.67	2.75	2.17
	0.01 M	3.07	3.16	3.03	3.08	2.25

表七：不同乾燥處理之甘藷藤葉濃縮葉蛋白一般成分分析

Table 7. General composition of sweet potato LPC prepared by different dried methods

乾物重 (Dry basis %)

項目 Item ＼ 來源 Source	濃縮葉蛋白 (Leaf Protein Concentrate) 50°C熱風乾燥 Oven dried	眞空凍結乾燥 Freeze dried	溶劑脫水乾燥 Solvent dehydration	孫氏3) Referance	風乾甘藷藤葉 Air dried stem and leaves
水分 Moisture	4.75	4.50	6.15	7.9	7.32
粗蛋白質 Crude Protein	38.87	35.22	41.10	24.8	17.43
粗脂肪 Crude Fat	12.05	12.10	0.87	5.3	14.62
粗纖維 Crude Fiber	2.49	2.54	1.65	4.8	14.74
灰分 Ash	7.19	6.98	8.24	10.4	11.85
總醣 Carbohydrate	34.65	38.66	41.99	46.8	41.36
葉綠素 Chlorophyll	1.06	1.04	0.21		0.51
消化率 Digestibility	68.58	69.24	69.34		

表八：不同乾燥處理之甘藷藤葉濃縮葉蛋白礦物質成分分析

Table 8. Mineral composition of sweet potato LPC prepared by different dried methods

乾物重 (Dry basis)

項目 Item ＼ 來源 Source	濃縮葉蛋白 (Leaf Protein Concentrate) 50°C 熱風乾燥 Oven dried	眞空凍結乾燥 Freeze dried	溶劑脫水乾燥 Solvent dehydration	風乾甘藷藤葉 Air dried stem and leaves
磷 P (%)	0.16	0.11	0.15	0.18
鐵 Fe (%)	1.23	0.08	0.09	0.05
鈣 Ca (%)	2.15	2.31	2.40	1.94
鎂 Mg (%)	0.05	0.03	0.03	0.59
鉀 K (%)	0.03	0.02	0.03	2.56
鈉 Na (%)	0.03	0.02	0.02	0.22
銅 Cu (ppm)	51	49	51	32
錳 Mn (ppm)	16	14	13	45
鋅 Zn (ppm)	37	40	33	47
矽 SiO_2 (%)	1.48	1.45	1.38	0.81

表九：製造甘藷藤葉濃縮葉蛋白後之殘渣成分分析

Table 9. The chemical composition of the residue of sweet potato vine and leaves after prepared Leaf Protein Concentrate

乾物重 (Dry basis)

項目 Item	含量Content (%)	項目 Item	含量 Content (%)
水分 Moisture	14.6	磷 P (%)	0.55
灰分 Ash	7.6	鐵 Fe (%)	0.11
粗脂肪 Crude Fat	4.5	鈣 Ca (%)	2.29
粗蛋白質 Crude Protein	9.3	鎂 Mg (%)	0.48
粗纖維 Crude Fiber	29.8	鉀 K (ppm)	810
總醣 Carbohydrate	34.3	鈉 Na (ppm)	50
葉綠素 Chlorophyll	0.22	銅 Cu (ppm)	37
		錳 Mn (ppm)	38
		鋅 Zn (ppm)	29
		矽 SiO_2 (%)	0.82

佳的鈣質營養源。雖然胡蘿蔔葉及其 LPC亦有相同的性質[9]，但胡蘿蔔葉未曾被當作蔬菜食用，不像甘藷葉已被國人視爲蔬菜之一種，容易被接受爲一新興食品。本品因此極具潛力發展成爲高蛋白質及高鈣質之廉價營養食品。

結　　論

以切碎、石磨研磨及揉壓法抽取甘藷LPC時，可以克服打漿處理後所產生之膠狀汁液難於過濾的問題。葉蛋白之抽取以使用原料2.5倍量之 0.01N 銨水爲最適宜。雖然加酸調節 pH 値至3.5 或4.0，使蛋白質沈澱，可以得到最大的收量，不過加熱至 50°C 的沈澱法則較爲經濟可行，且較少廢水處理問題。

風乾與眞空凍結乾燥所得之產品其一般成分含量十分接近，粗蛋白質含量在35%以上，粗脂肪12%，纖維約 2.5%，灰分 7 %，葉綠素 1 %，消化率約69%。以丙酮脫水乾燥所得產品外觀性狀近似眞空凍結乾燥成品，惟顏色呈淡綠色，粗脂肪含量減少至0.87%，葉綠素量亦減至 0.2%，反之粗蛋白質量則增加至41%。以溶劑處理LPC成品雖然可以改進品質，但經濟上仍以風乾法較簡便適宜。

除了作爲高蛋白質資源外，本品亦富含微量元素與鈣質，其鈣磷比大於十，爲食物中所少見的高鈣質食品，極適宜發展爲良好的鈣質補充劑。殘渣含有較少量的蛋白質與灰分、而含有較多量的纖維素，適宜作爲纖維質或醣質醱酵原料、生產甲烷或酒精等生質能源。

參考文獻

1.安本教傳 (1983) ：食品のミネラル一特に必須微量元素の榮養有効性について。食品加工技術 3 (1)， 46—55

2.林禮輝 (1984) ：瓊蔴濃縮葉蛋白之抽取試驗。中華農業研究33(2)，159—168

3.孫超財、曾秀月、盧景鐘、張爲憲 (1979) ： 由臺灣可供應的植物原料製造濃縮葉蛋白之研究。中國農業化學會誌17 (1 — 2) ，78—92

4.陳烱松 (1976) ：農藝副產物之飼料利用與改進。科學農業24 (7 — 8) ，293—306

5.臺灣省農業試驗所66年年報 P.78

6.張爲憲 (1971) ：濃縮葉蛋白。食品工業 3 (2)， 9 —18

7.張爲憲 (1975) ：蛋白食品之資源與加工。食品工業 7 (7)，17—28

8.張爲憲等 (1972) ：臺灣食品成份表。第三次增訂本，食品工業研究所研究報告第 24號，食品工業研究所，新竹

9.劉廷英、楊瑞森 (1979) ：埃及三葉草、甘藷藤、胡蘿蔔葉及燕麥濃縮葉蛋白抽取之研究。科學發展月刊 7 (10) 1016—1021

10.劉慧瑛 (1986) ：中華農業研究35(1)，63—80

11.鄭心嫻 (1978) ：甘藷塊根與莖葉之蛋白質及胺基酸組成。中華農業研究27(4)，291—295

12. Arnon, D. I. (1949): Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris.* Pl. Physiol. 24, 1-15.

13. WHO (1973): "Energy and Protein Requirements" p. 63 WHO Technical Report Series No. 522, WHO/UN Geneva, Switzerland.

Study on the Leaf Protein Concentrate from Sweet Potato[1]

L. F. Lin and H. Y. Liu[2]

Summary

The vine and leaves of sweet potato is a traditional swine feedstuff in China ; also the young leaves is used as vegetable. No toxic material existed in that had been reported. So, the Leaf Protein Concentrate made from sweet potato is supposed to be more safety than other plants.

By using the method of crushing, stone milling and pressing the fresh or air-dried vine and leaves with 2.5 fold (v/w) 0.01N ammonia water to extracting leaf protein, that could get over the problem of filtration caused by gelatineous material, and the extracting efficiency was best. Adjusting the pH of extract to 3.5 or 4.0 with HCl could get the maximum LPC yield, so did the treatment of heating extract to 50°C.

Air dried and freezed vacuum dried LPC had the similiar composition and dense green color. Crude protein content was about 35%, crude fat 12%, crude fiber 2.5%, ash 7%, chlorophyll 1% and pepsin digestibility 69%. The product with acetone dehydration had simillar characters as the freezed vacuum dried one, except its color was pale green, the crude fat content decreased to 0.87%, chlorophyll diminished to 0.2%. But the protein content increased to 41%.

The LPC sweet potato was not only abundant in protein but also was full of calcium (about 2%). So it could be a good Ca and protein supplementary food.

1. Contribution No. 1338 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant agricultural chemist and agricultural chemist, respectively. Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan, 41301, ROC.